



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant(s): Eun-Pyo Kim, et al. **Examiner:** Unassigned
Serial No.: 10/724,380 **Art Unit:** Unassigned
Filed: November 28, 2003 **Docket:** 17290
For: SINTERING METHOD FOR W-CU COMPOSITE MATERIAL
WITHOUT EXUDING OF CU **Dated:** January 20, 2004

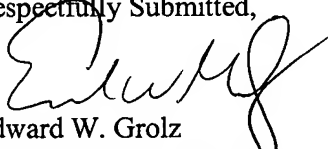
Commissioner for Patents
Alexandria, VA 22313-1450

CLAIM OF PRIORITY

Sir:

Applicants in the above-identified application hereby claim the right of priority in connection with Title 35 U.S.C. § 119 and in support thereof, herewith submit a certified copy of Korean Patent Application 10-2002-0075678, filed on November 30, 2002.

Respectfully Submitted,


Edward W. Grolz
Registration No.: 33,705

Scully, Scott, Murphy & Presser
400 Garden City Plaza
Garden City, NY 11530
(516) 742-4343
EWG/nd

CERTIFICATE OF MAILING UNDER 37 C.F.R. §1.8(a)

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as first class mail in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, Alexandria, VA 22313-1450 on January 20, 2004.

Dated: January 20, 2004


Edward W. Grolz



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

출원 번호 : 10-2002-0075678
Application Number

출원 년 월 일 : 2002년 11월 30일
Date of Application NOV 30, 2002

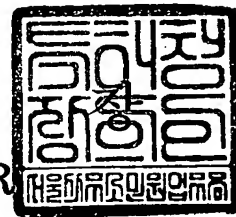
출원 인 : 국방과학연구소
Applicant(s) AGENCY FOR DEFENSE DEVELOPMENT



2003 년 11 월 18 일

특 허 청

COMMISSIONER





【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0002
【제출일자】	2002.11.30
【국제특허분류】	B22F 3/00
【발명의 명칭】	텅스텐 -구리 복합재료의 구리 스며나옴 억제 소결법
【발명의 영문명칭】	SINTERING METHOD FOR W-Cu COMPOSITE MATERIAL WITHOUT EXUDING OF Cu
【출원인】	
【명칭】	국방과학연구소
【출원인코드】	3-1998-005826-2
【대리인】	
【성명】	박장원
【대리인코드】	9-1998-000202-3
【포괄위임등록번호】	2001-014533-2
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김은표
【성명의 영문표기】	KIM, Eun Pyo
【주민등록번호】	630418-1400813
【우편번호】	302-768
【주소】	대전광역시 서구 탄방동 한우리아파트 107동 603호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	홍문희
【성명의 영문표기】	HONG, Moon Hee
【주민등록번호】	600315-1042612
【우편번호】	135-838
【주소】	서울특별시 강남구 대치동 청실아파트 8동 205호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	노준웅
【성명의 영문표기】	NOH, Joon Woong

【주민등록번호】	561216-1001217
【우편번호】	302-791
【주소】	대전광역시 서구 월평동 누리아파트 102동 1101호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	이 성
【성명의 영문표기】	LEE, Seung
【주민등록번호】	620310-1690413
【우편번호】	302-222
【주소】	대전광역시 서구 삼천동 우성아파트 506동 701호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	이성호
【성명의 영문표기】	LEE, Sung Ho
【주민등록번호】	621119-1148612
【우편번호】	305-762
【주소】	대전광역시 유성구 전민동 엑스포아파트 403동 1404호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김영도
【성명의 영문표기】	KIM, Young Do
【주민등록번호】	600810-1010516
【우편번호】	138-771
【주소】	서울특별시 송파구 방이동 대림아파트 6동 1307호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김대건
【성명의 영문표기】	KIM, Dae Gun
【주민등록번호】	720316-1047210
【우편번호】	122-100
【주소】	서울특별시 은평구 증산동 133-30
【국적】	KR
【심사청구】	청구

【취지】

특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인
박장원 (인)

【수수료】

【기본출원료】	17 면	29,000 원
【가산출원료】	0 면	0 원
【우선권주장료】	0 건	0 원
【심사청구료】	3 항	205,000 원
【합계】	234,000 원	
【감면사유】	정부출연연구기관	
【감면후 수수료】	117,000 원	
【첨부서류】	1. 요약서·명세서(도면)_1통	

【요약서】**【요약】**

본 발명은 텅스텐-구리 복합재료의 치밀화 공정에 관한 것으로, 특히 구리의 스며나옴 현상을 억제하면서 텅스텐-구리 복합재료를 소결하는 방법에 관한 것이다. 본 발명에 따른 소결법은 텅스텐-구리 복합분말 성형체를 구리의 고상 온도 또는 융점 직상의 온도에서 일정시간 유지하여 거의 완전한 치밀화를 유도하고, 구리의 액상형성온도에서 짧은 시간 소결하는 것을 포함한다.

【대표도】

도 1

【색인어】

텅스텐-구리 복합 분말, 소결, 스며나옴(exuding)

【명세서】

【발명의 명칭】

텅스텐-구리 복합재료의 구리 스며나옴 억제 소결법{SINTERING METHOD FOR W-Cu COMPOSITE MATERIAL WITHOUT EXUDING OF Cu}

【도면의 간단한 설명】

도1은 본 발명에 따른 텅스텐-구리 복합재료의 소결공정을 도시한 그래프이다.

도2는 본 발명에 따라 소결된 (a) W-25wt%Cu, (b) W-35wt%Cu, (c) W-45wt%Cu의 조성을 갖는 텅스텐-구리 복합재료의 유지시간에 따른 상대밀도의 변화를 도시한 그래프이다.

도3은 종래의 텅스텐-구리 복합재료의 소결공정을 도시한 그래프이다.

도4는 종래의 방법으로 소결된 텅스텐-구리 복합재료의 구리의 조성에 따른 상대밀도 변화를 도시한 그래프이다.

도5는 (a) 종래의 방법으로 1200℃에서 1시간 유지하여 소결된 텅스텐-구리 복합재료와, (b) 본 발명에 따라 1100℃에서 4시간 유지 후, 1200℃에서 0시간 유지하여 소결된 텅스텐-구리 복합 재료의 광학 현미경 사진이다.

도6은 (a) 종래의 방법으로 1200℃에서 1시간 유지하여 소결된 W-45wt%Cu 텅스텐-구리 복합재료와, (b)는 본 발명에 따라 1100℃에서 4시간 유지 후, 1200℃에서 0시간 유지하여 소결된 W-45wt%Cu 텅스텐-구리 복합 재료의 미세조직을 도시한 도면이다.

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

- <7> 본 발명은 텅스텐-구리 복합재료의 치밀화 공정에 관한 것으로, 특히 구리의 스며나옴 현상을 억제하면서 텅스텐-구리 복합재료를 소결하는 방법에 관한 것이다.
- <8> 텅스텐-구리 복합재료는 고부하 전기접점재료나 마이크로 패키징용 재료로 관심을 모으고 있으나 치밀한 조직을 갖는 복합재료의 제조에 많은 어려움이 있다.
- <9> 텅스텐-구리 복합재료의 치밀화 방법은 용침법과 소결법으로 대별될 수 있다. 용침법은 텅스텐을 예비 소결하여 개기공을 갖는 골격체를 형성시키고 액상의 구리를 개기공으로 용침시키는 방법으로, 구리를 모세관력에 의해 침투시켜 완전 치밀화를 이룰 수 있지만, 개기공의 부피 분율의 제한에 따른 한정된 조성범위를 갖게 되거나 불규칙 계면에 의한 고립기공이 재료 내에 남게 되는 등의 단점이 있다. 또한, 고온의 구리 용융체가 텅스텐 골격체 사이로 침투될 때 텅스텐 골격체가 침식되어 균일한 미세 조직을 형성시키기 어렵다.
- <10> 소결법은 텅스텐과 구리 금속분말을 혼합한 후 구리의 용융 온도 이상에서 치밀화 하는 방법이다.
- <11> 종래의 소결법에 의한 텅스텐-구리의 복합재료의 치밀화 기구는 텅스텐과 구리 상호간의 불고용 특성과 큰 접촉각으로 인해 입자 재배열에만 의존하는 것으로 알려져 있다. 입자 재배열이란 구리가 용융점(1083℃) 이상에서 액상을 형성하고 텅스텐 입자가 재배열하는 것을 의미하는데, 이 경우, 텅스텐-구리의 복합재료는 1200℃ 이상까지 급격한 수축율을 가지며 치밀화가 된다. 텅스텐-구리의 복합재료는 이러한 입자 재배열에 의하여 약90% 정도의 상대밀도까지

치밀화 된 후, 텅스텐 입자의 성장에 의한 치밀화로 약 95% 정도 전후의 상대밀도를 갖게 된다. 그런데, 입자 재배열 동안에 치밀화 공정이 완결되지 않고 텅스텐의 입자성장에 의한 치밀화가 진행되면 구리 스며나옴 현상이 발생하며 시편의 아랫부분으로 갈수록 이러한 현상은 가속화된다. 또한, 구리의 조성이 높고 시편이 클수록 이러한 구리의 스며나옴 현상은 더욱 두드러진다.

<12> 이러한 구리의 스며나옴 현상 때문에, 종래의 텅스텐-구리 복합재료의 소결법에서는 원하는 구리의 조성을 제어하기가 곤란하고 균일한 미세 조직의 표면을 얻을 수 없을 뿐 아니라 정확한 치수를 제어하기가 어려웠다. 나아가, 이러한 구리의 스며나옴 현상은 부품의 형태가 정밀하고 조성 제어가 정확히 이루어져야 할 경우 더욱 문제된다.

<13> 한편, 텅스텐과 구리의 혼합도와 텅스텐 입자의 미세화가 치밀화에 기여한다고 보고된 바 있으며, 이를 위해 텅스텐과 구리 산화물을 기계적으로 혼합 및 분쇄한 후 수소 환원법을 통하여 제조된 텅스텐-구리 복합분말을 소결하면 완전 치밀화가 용이한 것으로 알려져 있다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<14> 본 발명의 목적은, 액상소결법으로 텅스텐-구리 복합재료의 치밀화 공정을 수행할 때 구리의 스며나옴 현상을 억제하면서 치밀화하는 방법을 제공하는 것이다.

【발명의 구성 및 작용】

<15> 상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명은, 텅스텐-구리 복합분말 성형체를 구리의 고상 온도 또는 용점 직상의 온도에서 일정시간 유지하여 거의 완전한 치밀화를 유도한 후에, 구리의 액상형성온도에서 짧은 시간 소결하여 균일한 미세 조직을 가지면서 제품의 표면으로 유출되는 구리의 스며나옴 현상이 억제된 텅스텐-구리 복합재료의 소결법을 제공한다.

- <16> 구리의 고상 온도에서 일정시간 유지하는 것은 구리의 고상 소결의 촉진에 의한 방법으로서, 그 이유는 구리의 고상 소결만으로도 어느 정도의 치밀화를 달성함으로써 구리가 액상으로 용융된 상태에서 텅스텐의 입자 재배열이 보다 빠른 시간 동안에 종료되도록 하여 구리의 스며나옴 현상을 억제하기 위함이다.
- <17> 한편, 구리의 용점 직상의 온도에서 일정시간 유지하는 것은 텅스텐 입자 재배열 촉진에 의한 방법으로서, 그 이유는 텅스텐 입자들의 재배열 초기단계이고 입자 성장이 최소로 일어나는 구리의 용융점 직상의 영역에서 입자 재배열을 촉진시키고 치밀화를 유도하면서 텅스텐 입자의 성장을 배제함으로써 구리 스며나옴 현상을 억제하기 위함이다.
- <18> 본 발명에 따른 텅스텐-구리 복합재료의 스며나옴 억제 소결법은 텅스텐-구리 복합분말을 가압 성형하여 제조된 텅스텐-구리 복합재료를 환원성 분위기에서 구리의 고상온도 또는 용점 직상의 온도범위인 $800\sim 1150^{\circ}\text{C}$ 에서 0.5~10시간 동안 유지시키는 단계와, $1200\sim 1400^{\circ}\text{C}$ 으로 온도를 증가시켜 유지시간 없이 냉각하는 단계를 포함한다.
- <19> 상기 제1단계에서 온도와 시간을 한정하는 이유를 설명한다. 800°C 이하에서는 온도가 너무 낮아 고상 소결이 활발하게 진행되지 않으며, 1150°C 이상에서는 텅스텐 입자의 성장이 진행되어 구리의 스며나옴 현상이 발생할 수 있다. 소결 시간이 0.5시간 이하가 되면 고상 및 액상 소결이 충분히 진행되지 못하여 치밀화가 안되며, 유지시간이 10시간을 초과하면 소결 시간이 너무 길어지게 되어 경제성이 없다.
- <20> 상기 2단계에서 $1200\sim 1400^{\circ}\text{C}$ 로 온도를 한정하는 이유는 이 온도 범위에서 활발한 입자 재배열이 일어나면서 스며나옴(exuding)이 일어나지 않기 때문이다. 만일 온도가 1400°C 이상으로 올라가면 스며나옴(exuding)이 일어나게 된다.

<21> 상기 텅스텐-구리 복합분말은 2002년 대한민국특허출원 제24857호에 개시된 방법에 의해 제조된 분말로서, 산화텅스텐(WO_3 와 $WO_{2.9}$) 분말과 산화구리(CuO 와 Cu_2O) 분말을 혼합, 분쇄하고 수소 분위기에서 환원 열처리하는 공정을 통하여 제조되며, 텅스텐 분말이 구리 분말을 둘러싸는 모습으로 일정한 크기의 둥근 형상을 갖는 분말인 것을 특징으로 한다. 이 텅스텐-구리 복합분말은 매우 균일한 혼합형태를 가질 뿐만 아니라 입자크기도 매우 미세하기 때문에 소결시 98% 이상의 상대밀도를 얻을 수 있다.

<22> 상기 복합분말의 제조 공정을 보다 상세히 설명하면, 상기 복합분말의 제조방법은 산화텅스텐(WO_3 와 $WO_{2.9}$) 분말과 산화구리(CuO 와 Cu_2O) 원료로 하여 텅스텐과 구리가 일정한 비율이 되도록 칭량한 후, 터블러(turbular) 믹싱이나 볼밀링 방법을 이용하여 균일하게 혼합한 후, 환원성 분위기에서 1단계로 200℃ 내지 400℃의 온도 범위에서 1분에서 5시간 유지한 후, 다시 온도를 올려서 2단계로 500℃ 내지 700℃의 온도 범위에서 1분에서 5시간 유지한 후, 다시 온도를 올려서 3단계로 750℃ 내지 1080℃의 온도 범위에서, 1분에서 5시간 동안 환원시키는 과정을 포함한다. 이러한 방법으로 제조된 텅스텐-구리 복합분말은 텅스텐이 구리 분말을 감싸는 구조를 가지며, 중간물의 생성이나 불순물의 혼입이 없고, 적절한 크기와 둥근 형상을 가지고 있어 분말의 유동성이 뛰어날 뿐만 아니라 성형성이나 분말 사출 성형성이 우수한 특징을 갖는다.

<23> [실시예]

<24> 본 실시예는 도1에 도시된 소결공정을 따라 실시되었다.

<25> 먼저, 구리의 고상소결 촉진에 의한 방법으로, W-25wt%Cu, W-35wt%Cu와 W-45wt%Cu의 세 가지 조성의 텅스텐-구리 복합분말을 1000℃에서 각각 1시간, 2시간, 4시간 동안 유지한 후 1200℃까지 승온하고 유지시간 없이 냉각하여 치밀화 공정을 수행하였다. 이에 따른 구리 스며

나옴 현상이 억제되는 메커니즘을 설명하면 다음과 같다. 텅스텐-구리 복합재료에서 구리의 조성이 높아 큰 부피 분율을 가질 경우에도, 구리의 고상 소결만으로도 어느 정도의 치밀화를 이룰 수 있으며, 이러한 고상단계에서의 치밀화로 인하여 구리가 액상으로 용융된 후에 진행되는 텅스텐 입자의 재배열이 보다 빠른 시간 동안에 종료되어 구리의 스며나옴 현상이 억제된다.

<26> 다음은, 텅스텐 입자 재배열 촉진에 의한 방법으로, 구리의 용융점 직상의 온도인 1100°C에서 상기 구리의 고상소결 촉진법과 같이 1시간, 2시간, 4시간 동안 유지한 후 1200°C까지 승온하고 유지시간 없이 냉각하여 치밀화 공정을 진행하였다. 이 과정은 텅스텐 입자들이 재배열 초기단계이고 입자성장이 최소로 일어나는 구리의 용융점 직상의 온도 영역에서 입자 재배열을 촉진시키고 치밀화를 유도하면서 입자성장의 배제시킴으로써 구리 스며나옴 현상을 억제하기 위함이다.

<27> 도2는 본 발명에 따라 제조한 텅스텐-구리 복합재료의 상대밀도를 보여주고 있다. 도 2(a)에서 알 수 있듯이, 구리의 조성이 비교적 낮은 25wt%인 경우에는 구리의 고상소결의 촉진, 텅스텐의 입자 재배열 촉진에 의한 방법 모두 비교적 낮은 상대밀도를 보이고 있다. 각 온도에서의 유지시간의 증가에 따라 상대밀도의 증가를 나타내고 있으나 유지시간을 늘린다고 해도 큰 밀도의 증가를 기대할 수 없을 것으로 판단된다. 그러나, 본 발명에 따라 제조한 시편의 상대밀도가 도4에 도시된 시편의 상대밀도와 같거나 높은 것을 알 수 있다.

<28> 도2(b)에 도시된 바와 같이, 구리의 조성이 35wt%로 높아지면 상당한 상대밀도의 증가를 보이고 있다. 본 발명에 따라 1000°C 또는 1100°C에서 4시간을 유지한 경우의 상대밀도가 도4에 도시된 경우와 비슷하거나 더 높은 것을 볼 수 있다. 구리의 조성이 45wt%로 가장 높은 경우에는, 도2(c)에 도시된 바와 같이 1100°C에서 2시간 이상 유지 후 1200°C로 승온하여 냉각한

시편은 거의 완전히 치밀화되는 것을 알 수 있다. 또한, 1000°C에서 유지한 후 승온 및 냉각한 시편의 경우에도 1200°C에서 유지한 시편과 거의 동등한 상대밀도를 나타내었다.

<29> [비교예]

<30> 본 발명과 비교하기 위하여 동일한 텅스텐-구리 복합분말을 사용하여 종래의 방법으로 소결을 진행하였다. 텅스텐과 구리 산화물을 기계적 혼합 및 분쇄한 후 수소 환원하여 제조한 W-25wt%Cu, W-35wt%Cu와 W-45wt%Cu의 세가지 조성의 텅스텐-구리 복합분말을 원료분말로 사용하였으며 원통형의 다이에서 100MPa의 압력으로 성형하여 도3에 도시된 소결 공정에 따라 1200°C에서 수소 분위기하에서 1시간 동안 소결하였다. 그 결과, 도4에 도시된 바와 같이, 구리의 조성이 많아질수록 상대밀도는 증가하였으며 45wt%Cu에서 약 96% 이상의 치밀화를 나타냈다.

<31> 그러나, 종래의 소결법으로 치밀화를 진행시킬 경우 입자 재배열 단계에서 충분한 치밀화를 얻지 못하고 텅스텐 입자의 성장에 의한 기공 제거과정에서 최종 치밀화가 진행된다. 또한, 입자 재배열 단계에서 불충분한 치밀화를 가속시키기 위해서 더 높은 소결온도가 필요하게 된다. 이러한 텅스텐 입자의 성장과 고온의 소결온도는 구리의 스며나옴 현상을 가속화시키게 된다.

<32> 도5(a)와 도5(b)는 각각, 구리의 조성이 45wt%인 경우에, 종래의 소결법으로 제조된 시편과 본 발명에 따라 소결된 시편의 광학현미경 사진이다. 도면에 도시된 바와 같이, 종래의 소결법으로 제조된 시편보다 본 발명에 따라 제조된 시편에서 구리의 스며나옴 현상이 억제된 것을 알 수 있다. 또한, 미세 조직을 살펴보면, 도6에서 보듯이 본 발명으로 제조한 텅스텐-구

리의 미세 조직이 일반적인 소결법보다 텅스텐 입자의 크기가 작고 균일할 뿐만 아니라 치밀화도 일반소결법과 동등하게 이루어졌음을 확인할 수 있다.

<33> 이것은 아래의 표1의 텅스텐 입자크기 측정 결과로도 확인할 수가 있는데, 일반적으로 소결한 것보다 입자 재배열 촉진에 의한 방법의 경우가 텅스텐의 입자가 더욱 미세한 것을 알 수 있었다. 이러한 결과는 일반적인 소결온도보다 입자의 성장이 적게 일어나는 구리의 고상 및 용융점 직상 온도에서 텅스텐의 재배열을 촉진시킴으로써 입자의 성장으로 인해 발생하는 구리의 스며나움을 억제시키고 치밀화도 증가된 것으로 판단할 수 있다.

<34> [표1]

<35> 표 1은 W-45wt%Cu에서 Image Analysis를 이용하여 종래의 방법으로 소결한 시편과 본 방법으로 소결한 시편의 텅스텐 입자 평균입도 및 소결 상대밀도이다.

W-45wt%Cu	페레입경 (Feret Diameter) (μm)	상대밀도(Relative Density) (%)
1100℃/4h-1200℃/0h (본 발명)	0.764	97.5
1200℃/1h (종래의 방법)	0.859	96.7

【발명의 효과】

<37> 본 발명에 따른 텅스텐-구리 제품의 치밀화 방법에 의하면, 구리의 스며나옴 현상이 억제되고 균일한 미세 조직을 갖는 텅스텐-구리 복합재료를 제공할 수 있다. 특히, 본 발명은 정밀하고 복잡한 형태의 텅스텐-구리 부품의 제조에 적용 가능하기 때문에 최근 각광을 받고 있는 분말사출성형(Powder Injection Molding; PIM)에 적용될 수 있다. 또한, 상대적으로 큰 부

품의 제조시 구리의 스며나옴 현상이 더욱 크게 발생하기 때문에 큰 부품의 제조에도 응용될 수 있다.

<38> 또한, 구리의 고상단계에서 적정시간 유지한 후 텅스텐의 재배열 종료 온도 부근까지 승온 후 냉각하는 방법이나, 구리의 용융온도 직상에서 적정시간 유지한 후 텅스텐의 재배열 종료온도 부근까지 승온 후 냉각하는 방법을 적용하면 구리 스며나옴 현상을 최대한 억제하면서 치밀화를 이룰 수 있다. 이것은 정확한 조성을 제어할 수 있기 때문에 일정한 특성을 갖도록 할 수 있다. 이로 인하여 표면 후처리 비용이 절감될 뿐만 아니라 near net-shape forming으로 특히 분말사출성형에서 요구되는 복잡한 형상의 부품을 쉽게 제조할 수 있다.

【특허청구범위】

【청구항 1】

텅스텐-구리 복합분말을 가압 성형하여 제조된 텅스텐-구리 복합재료를 환원성 분위기에서 구리의 고상 온도범위인 $800\sim 1083^{\circ}\text{C}$ (1083°C 를 제외함)에서 0.5~10시간 동안 유지시키는 단계와, $1200\sim 1400^{\circ}\text{C}$ 으로 온도를 증가시켜 유지시간 없이 냉각하는 단계를 포함하는 텅스텐-구리 복합재료의 구리 스며나옴 억제 소결법.

【청구항 2】

텅스텐-구리 복합분말을 가압 성형하여 제조된 텅스텐-구리 복합재료를 환원성 분위기에서 구리의 용점 직상의 온도범위인 $1083\sim 1150^{\circ}\text{C}$ 에서 0.5~10시간 동안 유지시키는 단계와, $1200\sim 1400^{\circ}\text{C}$ 으로 온도를 증가시켜 유지시간 없이 냉각하는 단계를 포함하는 텅스텐-구리 복합재료의 구리 스며나옴 억제 소결법.

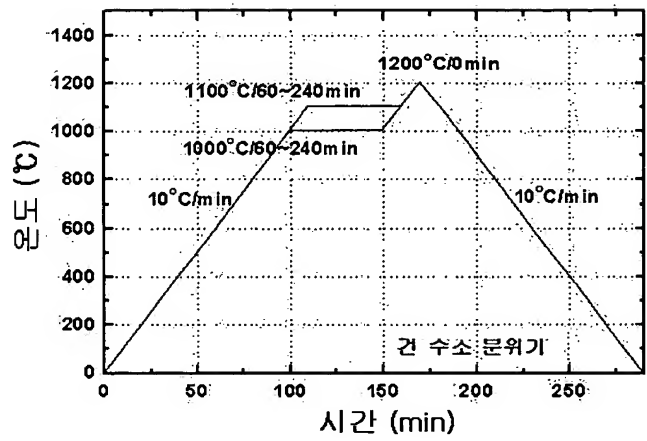
【청구항 3】

제1항 또는 제2항에 있어서,

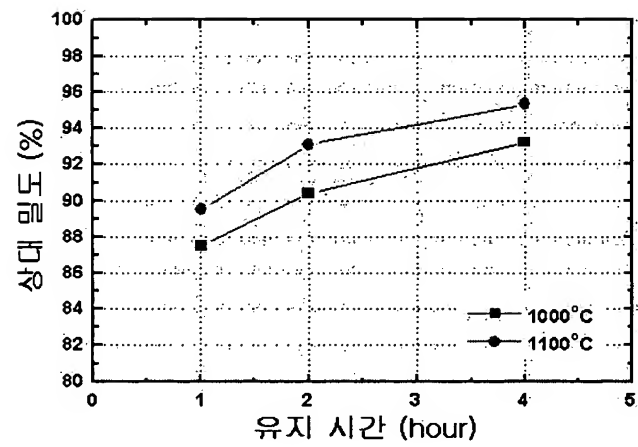
상기 텅스텐-구리 복합 분말은 2002년 대한민국특허출원 제24857호에 개시된 방법에 의해 제조된 분말로서, 텅스텐(WO_3 와 $\text{WO}_{2.9}$) 분말과 산화구리(CuO 와 Cu_2O) 분말을 혼합, 분쇄하고 수소 분위기에서 환원 열처리하는 공정을 통하여 제조되는 텅스텐 분말이 구리 분말을 둘러싸는 모습으로 일정한 크기의 둥근 형상을 갖는 분말인 것을 특징으로 하는 텅스텐-구리 복합재료의 구리 스며나옴 억제 소결법.

【도면】

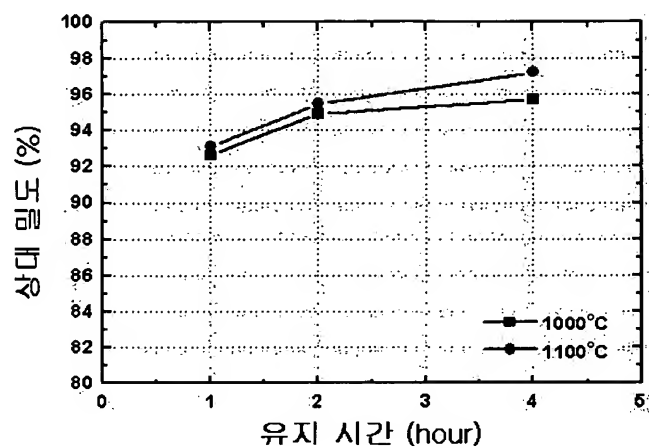
【도 1】



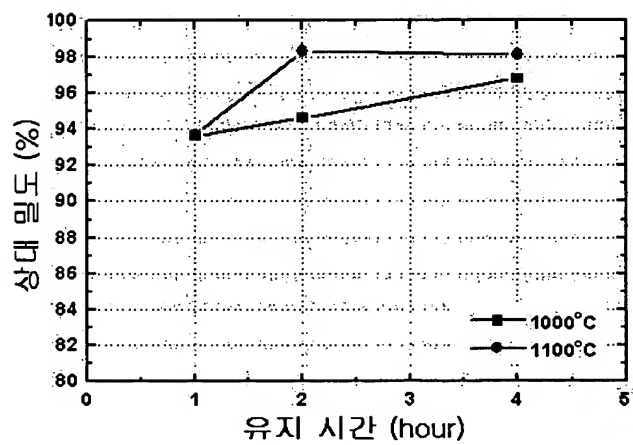
【도 2a】



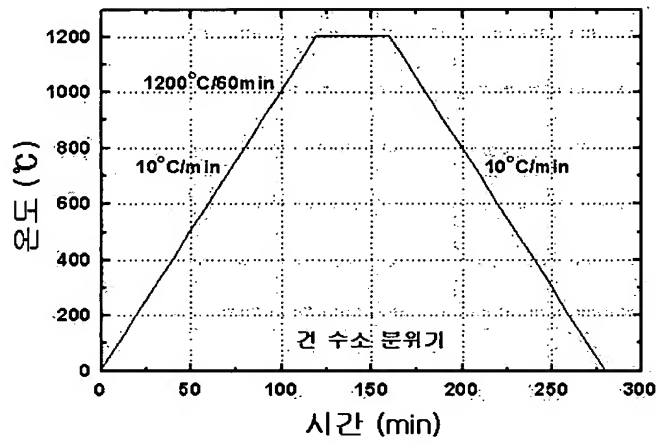
【도 2b】



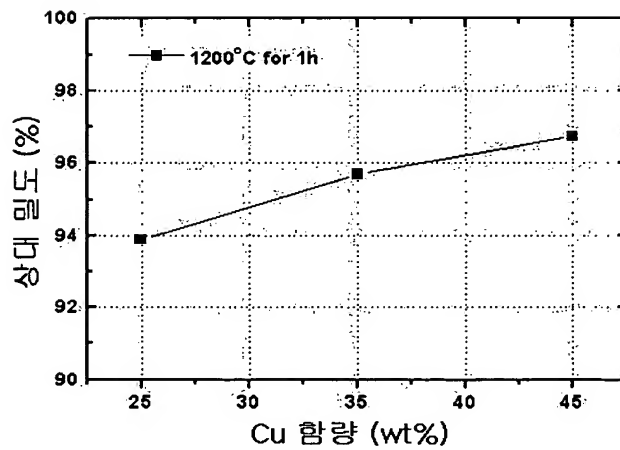
【도 2c】



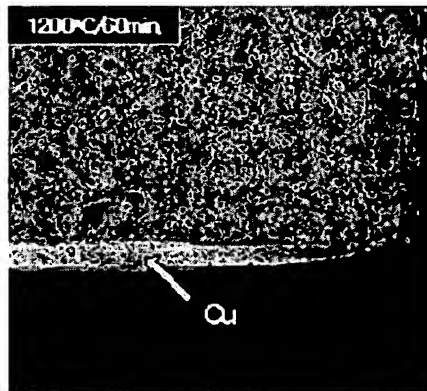
【도 3】



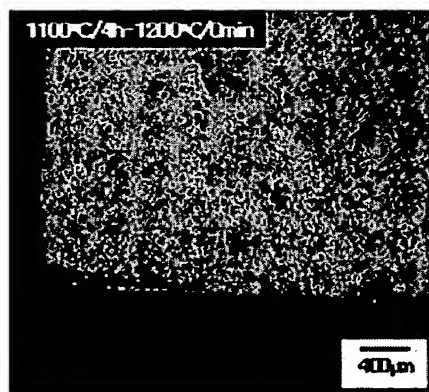
【도 4】



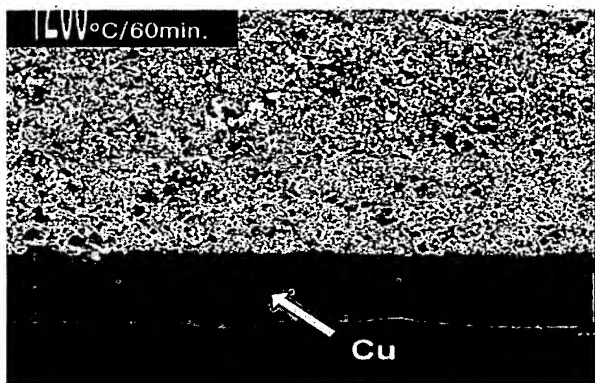
【도 5a】



【도 5b】



【도 6a】



【도 6b】

